



سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

(١٧)



- لوحة الألوان المركبة
- المحرك المتفجر يُجهّز ملايين السيارات
- التبنيج المحدث

منشورات مكتبة سكير

شارع غورو - بيروت

تلفون ٢٢٦٠٨٥ - ٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

لوحات الألوان المركبة

حيّ الصباغين ، في مدينة من مدن المغرب .



إنّ جمال الأنسجة الغنيّة الألوان ،
ليُسمّر النساء ويثير زهوهُنَّ^(١) في كل مكان
وزمان ...

عرّف الأقدمون الأرجوان ، ذلك
الصباغ الذي كانوا يستخرجونه من أصداف
« الموركس » المتوسّطية . ثمّ مرّت قرونٌ
بكاملها ، لم يعرف فيها الصباغون غيرَ
القليل من المواد الصابغة ، ذاتِ الأصل
النباتيّ ، « كالغارانس » (تلك النبتة الصفراء
التي طالما صُبِغَت بها سراويل الجنود
الفرنسيّين) ، والنيلج ، أو ذات الأصل
الحيواني كالقِرْمِز .

ولكنّ ، مهما يكن الجسم غنيّاً
باللون ، فهو نادراً ما يصلح للصباغ ؛
إذ لا بدّ لتركيبه الكيميائيّ من أن يؤمّن له ،
بالإضافة الى اللون ، سهولة الانتقال الى
ألياف الأنسجة ، وثبات التّشبُّث^(٢) بها ،
والأضاع الصباغ مع الغسل .



١ - أحد أغنياء الكلدانيين في ثوب أرجواني. ٢ - صدفة « الموركس ». ٣ - غصن من شجيرة النيلج. ٤ - نبشة « الغارانس ». ٥ - حشرة القرمز. وقد زوّدت الصباغين زمناً طويلاً باللون الأرجواني والأزرق النيلي، والأحمر القرمزي.

الجمال والغنى والثبات ، بحيثُ كَسَفَ (٥)
الألوانَ اللَّيْلَكِيَّةَ الطَّبِيعِيَّةَ كُلَّهَا .

قرّر « بركين » استثمارَ اِكتشافِهِ على
صعيد تجاريّ . وبعدما عانى (٦) الكثيرَ من
الصعوبات ، في نقل اِكتشافه من حيزِ
المختبر الى التطبيق العمليّ ، توصّل الى
تصنيع الطريقة ، ولقد نال هذا الصباغ
الصناعيّ من النجاح ، في باريس ، ما
مكّنه من فرض نفسه على المتأنّقات .
فكتبت « صحيفة السيّدات والآنسات »
في خريف ١٨٦٠ : « ليس ما هو أجملُ
وأتقُ من أنْ تزيّني فستانكِ بضمّة متدرّجة

لم يكنْ عالمُ الكيمياء الانكليزي ،
« وليم هنري بركين » (١٨٣٨ - ١٩٠٧) ،
قد تجاوزَ الثامنة عشرة ، عندما باشر
أبحاثه ، في سبيل الحصول على الكينين
التركيبية ، باعتماد النفطين . وعندما باءت
جهوده بالفشل (٣) ، دفعه إخفاؤه الى
محاولة أكسدة سُلَفاتِ الأنيلين ، بثاني
كرومات البوتاس . أخفقت (٤) محاولته
الجديدة كذلك ، إلّا أنّه ، بدلَ أنْ يحصلَ
على الكينين ، حصل على مادّة ملوّنة فخمة
هي « اللَّيْلَكِين » . كان هذا اللَّوْنُ اللَّيْلَكِيّ
السهلُ الالتصاق بالحزير وبالقطن ، من

الألوان من زهرات « لا تنسي » ، أو بياقة
من اللّيلك ... » وهكذا انتشر اللون
الليلكي واعتمد في أوربّا كلّها !
وهكذا انطلقت صناعة الأصبغة المركّبة ، يوم .

وقد استخرج معظمها من زفت الفحم
ولا بدّ هنا من الإشارة الى تفصيل

إنّ لون اللّيلكين الساحر الذي حصل عليه « بركين » صدقة ،
سيجتاح دنيا الأناقة الباريسيّة ويسود فيها بين عامي ١٨٦٠
و ١٨٦٥ ...



طريق (٧) : الا وهو أن الانفعال السعيد الذي منه وُلِدَ اللَّيْلِكِينَ ، ما كان ليحصل ، لو لم يحوِ سُلُفاتُ الأنيلين المستعمل ، شيئاً من « التلويدين » جعله غير نقي ... فالأوساخ والأدران تلعبُ ، في الغالب ، دوراً رئيساً في الكيمياء ، والكيمياء الفيزيائية . ألا نعرفُ مثلاً أن الماء عينه ما كان ليصلحَ للحياة ، لو كان نقيّاً كالماء الذي يستعمله

علماء الذرة ، في بُركِ بطاريّاتهم ؟ فالماء ، لو صفا وتنقى ، لصار سائلاً شديداً القدرة على الحلّ ، والإفساد والتهرئة .

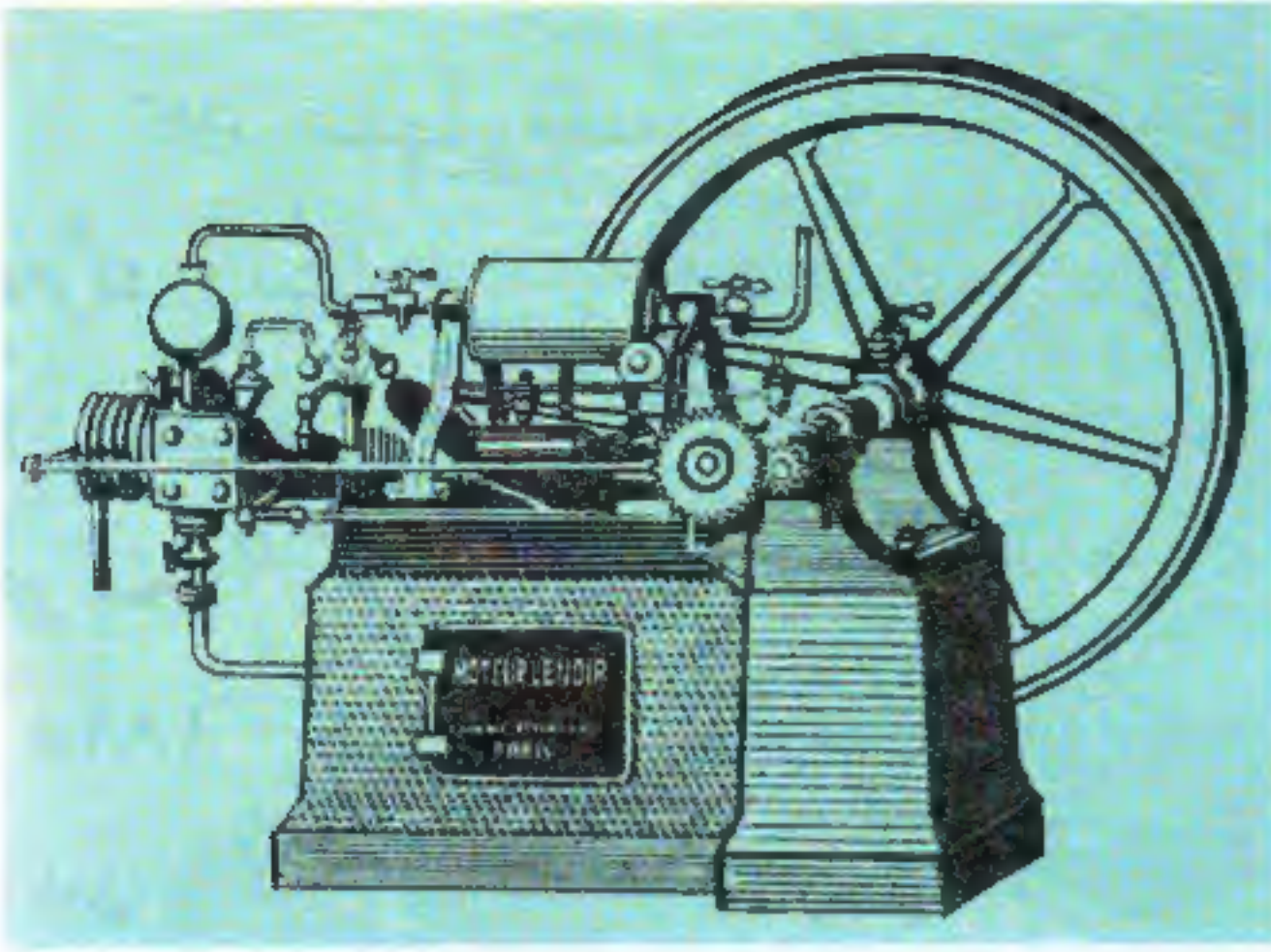
كرم الملك « ادوارد السابع » وليم بركين ، فرفعه إلى مرتبة الأشراف . ولا تزال إدارة البريد في بريطانيا تُكرِّمُ ذكره ، فتُزخرفُ عدداً من طوابعها بدُرَيجاتٍ مختلفة من اللون اللَّيْلِكِيِّ ...

التفسير

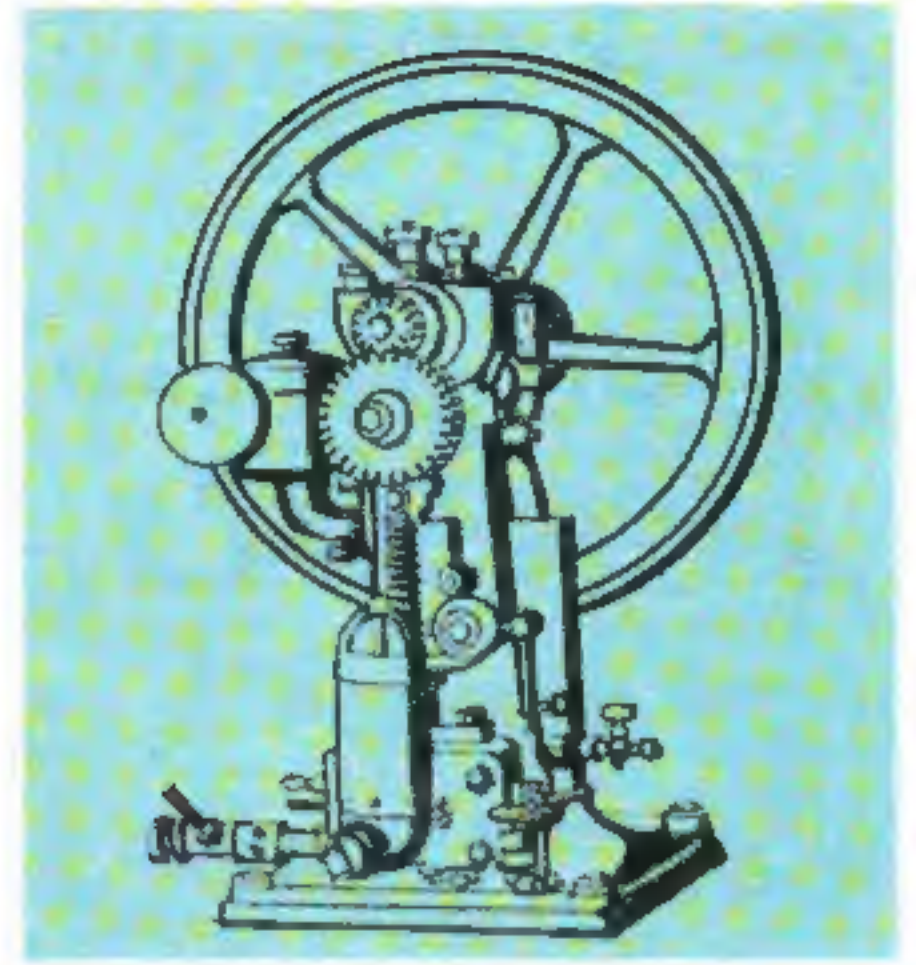
- ١- يُثير زهوهم : يحرك كبرياءهم .
- ٢- التثبُّث بالشيء : التمسُّك به .
- ٣- بَاءَ بالفشل : لم ينجح ، أخفق .
- ٤- اخفقت محاولته : لم تنجح ، فشلت .
- ٥- كسف نور الشمس النجوم : أخفاها .
- ٦- عانى الصعوبات : واجهها ، تحملها .
- ٧- تفصيل طريف : تفصيل غريب ، مُضحك .

الاسئلة

- ١- أي صباغ عرف الأقدمون ؟
- ٢- ممّ استخرج القدماء الأصبغة ؟
- ٣- أية شروط يجب أن تتوفر في المادة الصابغة ؟
- ٤- من هو « وليم بركين » ؟ وعمّ كان يبحث ؟
- ٥- على أيّ مادة حصل ، بنتيجة بحثه ؟
- ٦- كيف استقبل الناس اكتشاف اللَّيْلِكِينَ ؟
- ٧- ما الطريف في صُدفة « بركين » ؟



محرك «نقولا أنو» ، أول محرك ذي احتراق داخلي .



محرك «لينوار» العامل على الغاز .

المحرك المتفجر يُجَرِّد مَدِينَةَ السَّيَّارَاتِ

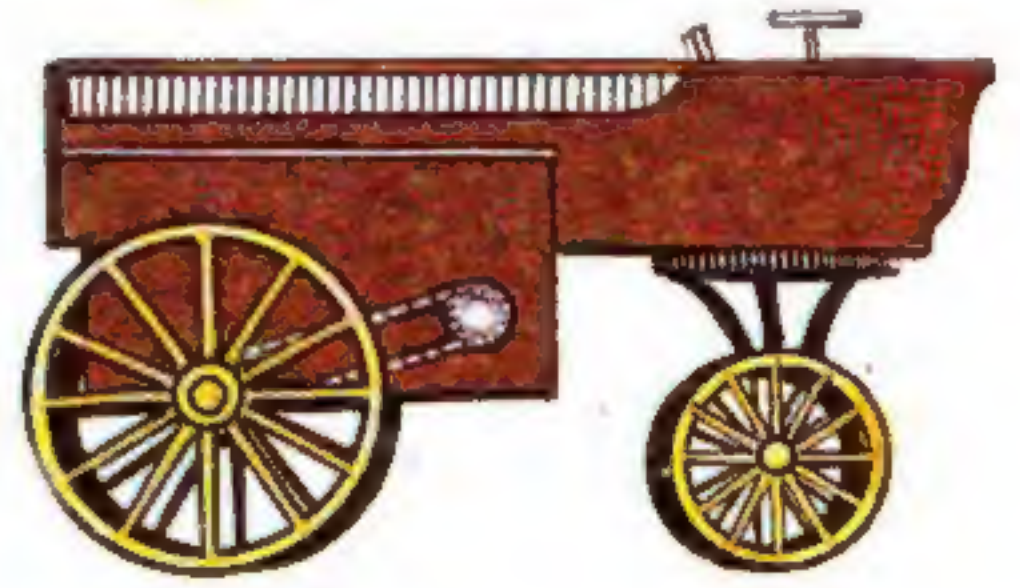
عربة سَيَّارَة تَسْتَخْدِمُ غَازَ النِّفْطِ (أَوِ البَنْزِينِ)
« وَمُكْرَبْنًا » يَعْمَلُ بِمَبْدَأِ امْتِصَاصِ الهَوَاءِ .
أَمَّا اشْتِعَالُ المَزِيجِ الغَازِيِّ ، فَكَانَ يُؤَمِّنُهُ
سِلْكَانُ مِنَ البِلَاتِينَ مُنْفَصِلَانِ بِقِطْعَةٍ مِنَ
الخَرْفِ ، مُتَّصِلَانِ بِمِلْفٍ « رُمُكُورَف » .
وَلَقَدْ قَامَتِ هَذِهِ العَرَبَةُ البَّسِيطَةُ ، عَامَ
١٨٦٣ ، بِقِطْعِ المَسَافَةِ الفَاصِلَةِ بَيْنَ « بَارِيسِ »
و « جَوَانْفِيلِ لِيُون » (١٨ كِيلُومِتْرًا) ،
فِي مَدَى سَاعَةٍ وَنِصْفٍ . لَا تَبْتَسِمُ مُسْتَخْفَاً
بِهَذِهِ السَّرْعَةِ ، فَلَقَدْ كَانَ ذَلِكَ الإِنْجَازُ (١)
فِي حِينِهِ نَجَاحاً يَسْتَحِقُّ التَّقْدِيرَ ... وَلَكِنْ

خَطَرَتْ بِيَالِ « فِيلِيبِ لِيُون » ، سَنَةِ
١٨٠١ ، فَكْرَةُ عِبْقَرِيَّةٍ ؛ أَلَا وَهِيَ أَنَّ
يُحِلَّ مَحَلَّ تَمَدُّدِ البَخَارِ ، فِي اسْطِوَانَةِ الآلَةِ
البَخَارِيَّةِ ، الانفِجَارَ الَّذِي تُسَبِّبُهُ شَرَارَةُ
كَهْرِبَائِيَّةٍ ، فِي مَزِيجِ مِنَ الهَوَاءِ وَغَازِ الإِنَارَةِ ،
اكتشفه قَبْلَ ذَلِكَ بِقَلِيلٍ .

وَلَكِنْ أَوَّلَ مُحَرِّكٍ عَمَلَ عَلَى هَذَا المَبْدَأِ .
لَمْ يُسَجَّلْ إِلَّا سَنَةَ ١٨٦٠ ، وَقَدْ صَنَعَهُ عَامِلٌ
بَلْجِيكِيٌّ ، اِكْتَسَبَ الجَنَسِيَّةَ الفَرَنْسِيَّةَ ،
وَهُوَ « إِيْتِيَانُ لِينُوَارِ » (١٨٢٢ - ١٩٠٠) .
بَعْدَ ذَلِكَ بِسَنَوَاتٍ قَلِيلَةٍ ، بَنَى « لِينُوَارُ »

بطله ، مخترع المحرك ، لن يُحسن الإفادة منه ، ولسوف يموت فقيراً منسياً .

كان سببُ الضعف ، الذي شكاه محرك « لينوار » ، يعودُ الى افتقارِ غازيه إلى الضغط قبل الانفجار . وهذا ما أدركه ^(٢) « ألفونس بُو دي رُوشا » (١٨١٥ - ١٨٩٢) ، المولودُ في « دين » ، والذي كان يعمل مهندساً في « شركة ميدي » في باريس . فقد أثبت في براءته المودوعة عام ١٨٦٢ ما يلي : « إذا أردنا أن يكون المحرك ذو الاحتراق الداخلي اقتصادياً ،



سيارة « لينوار » .



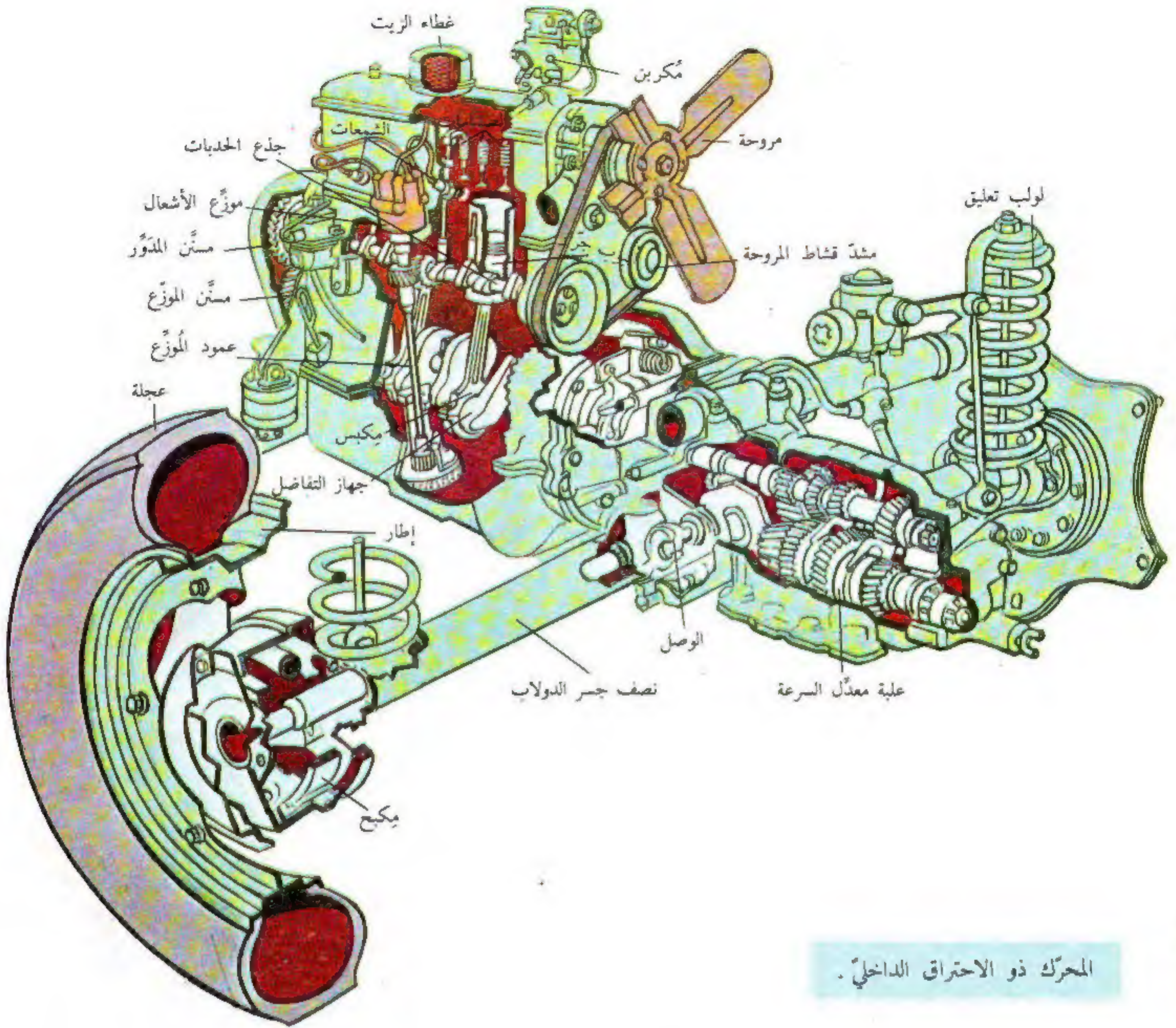
سيارة « ديلامار - ديبوتفيل » .

وَجَبَ أَنْ يَحْدُثَ اشتعالُ المزيج المتفجر ، لا عندما يكون ضغطُ هذا المزيج مُساوياً للضغط الجوي ، بل بعدَ رَفْعِهِ الى ضغطٍ أعلى . »

حمل هذا الاعتبارُ « دي رُوشا » على التفكير بدورة ، لا يكتفي فيها المكبس بامتصاص المزيج ، بل يقوم بضغطة أيضاً ، قبل أن يُدفع بفعل الانفجار . هذا ، على أن يعودَ المكبسُ ، في حركة رابعة ، الى الورااء فيُدفعَ الغازاتِ المحترقة ، ويطردَها .

كان ذلك هو « المحرك الرباعيُّ الحركة » الذي سيشهدُ مستقبلاً زاهراً جداً . إلا أنه لم يجن ^(٣) لمُخترعه غيرَ خيَّباتِ الأمل . فلقد عاش « دي رُوشا » فقيراً ، ولما لم يسمح له فقره بأن يدفع الرسوم السنوية المترتبة على براءته ^(٤) ، فقدَ كلَّ حقوقه عليها .

عاد الألماني « نقولا أُو » ، سنة ١٨٧٦ ، فتبنَّى فكرة « دي رُوشا » ، وقَدَّمَ للمعرض الذي أُقيم في باريس ، سنة ١٨٧٨ ، محركاً ذا اسطوانة واحدة رباعية الحركة ، ترك أحداً طرفيها مفتوحاً لتسهيل تبريدها . أمّا الإشعالُ ، فكانت تؤمُّنه حراقتان ، وأمّا مصروفه من الوقود فكان يُوازي نصفَ مصروف المحرك الذي صنعه « لينوار » .



المحرك ذو الاحتراق الداخلي .

وفيما كان « بو دي رُوشا » يُنهي أيامه هو الآخر ، في الفقر والبؤس بعد سنوات ، كانت مصانع « أتو » و « لَنَجِن » قد أنتجت أكثر من ٢٥٠٠٠ محرك من هذا النوع .

المثالية العديدة الجياد ، باعتماد الآلة البخارية . وهكذا رأت النور عربات مختلفة ، تدفعها قوة البخار . بعد « ديلامار — ديوتفيل » ، الذي تُعتبر سيارته ذات

لم يمنع هذا التقدم الحاسم^(٥) بعض الباحثين ، من السعي إلى صنع « العربة

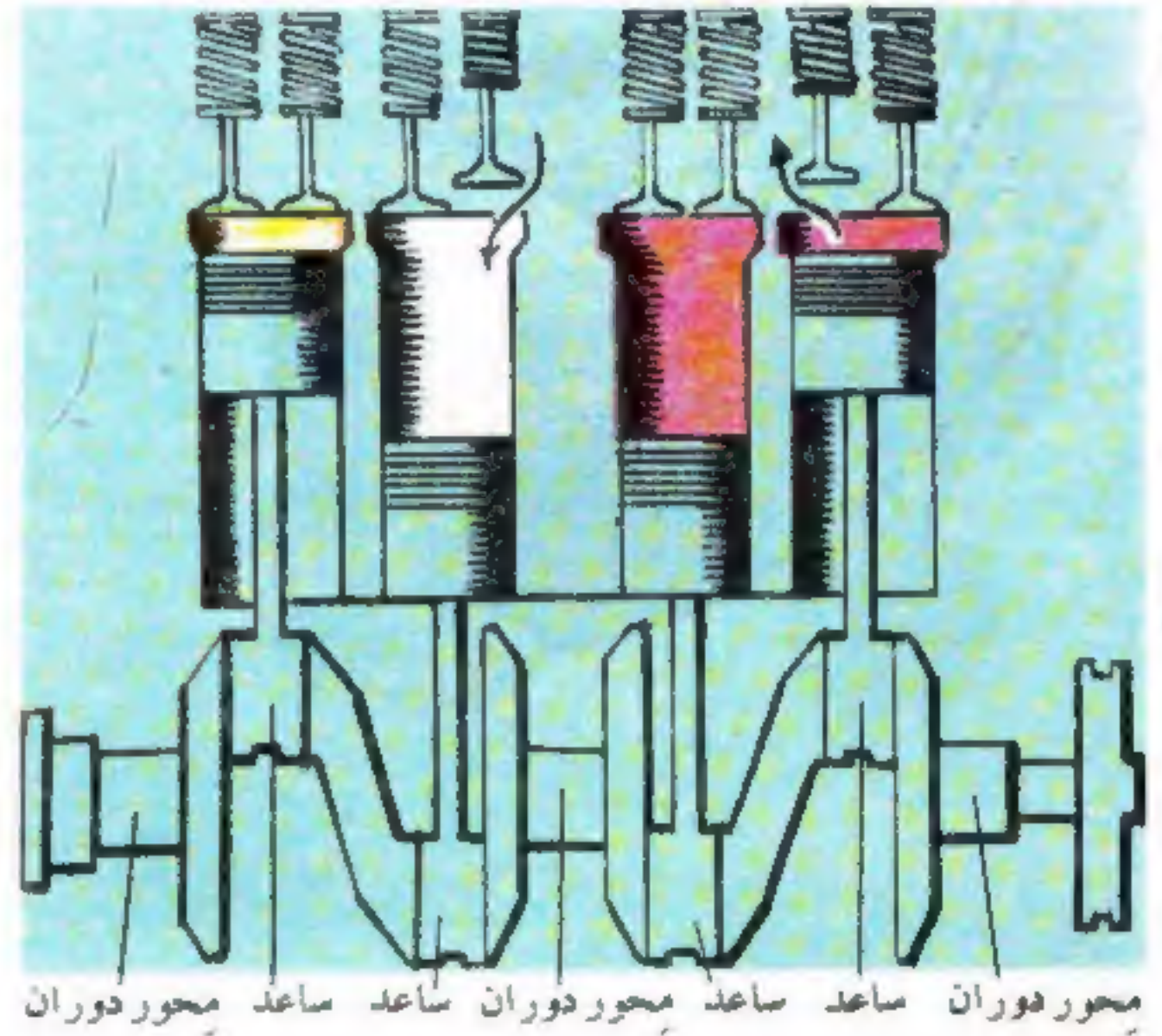
الاحتراق الداخلي ، أولَ سيارَةٍ تحرَّكت
بسرعة على طريق (١٨٣٣) ، تبنى هذا
المحرك « المتفجِّر » جماعةً من مؤيديه ،
على رأسهم « دملر » و « بنز » و « فورست » ،
وتمكنوا أخيراً من فرضه .
ولكنَّ الغازات التي تنفثها ^(٦) المحركات

ذوات الانفجار الداخلي ، تلوثُ الهواءَ
تلويثاً خطيراً . ولذا ، فقد يأتي يومٌ تسقطُ
فيه هذه المحركاتُ من على عرشها ،
لتحلَّ محلَّها محركاتٌ كهربائيةٌ ، تؤمنُ
لها البطارياتُ ذوات الوقود ، طاقةً ^(٧) لا
ضررَ منها .

التفسير

- ١- إنجاز العمل : إتمامه ، تحقيقه .
- ٢- أدرك الأمر : فهمه .
- ٣- جنى يَجني : قطف .
- ٤- براءة : شهادة اختراع ، إجازة .
- ٥- التقدُّم الحاسم : التقدُّم البين ، النهائي .
- ٦- نفثت السيارة الغاز : أخرجته .
- ٧- طاقة : قوَّة .

مبدأ الدورة الرباعية الحركة التي اخترعها « ألفونس بو دي
روشا » سنة ١٨٦٢ : دخول الغاز عن طريق الامتصاص ،
ضغط المزيج الغازي ، الانفجار ، نفث الغازات المحروقة .



الاسئلة

- ١- ما هي الفكرة التي خطرت « لفيليب ليون » ؟
- ٢- مَنْ نفذ فكرة ليون ؟
- ٣- ما هو المبدأ الذي قرَّره « دي روشا » ؟
- ٤- ما هي مراحل عمل المحرك الرباعي الحركة ؟
- ٥- هل أفاد « لينوار » و « روشا » من اختراعهما ؟
- ٦- من استغلَّ محرك « دي روشا » وأنتجه صناعياً ؟
- ٧- ما هو الضررُ الناتج عن مُحركات السيارات ؟

التبنيج المُرَّح



بعدما درس « ديفي » ، العالم الانكليزي الكبير ، زمناً طويلاً ، أول أكسيد الآزوت ، لاحظ ، منذ أواخر القرن الثامن عشر ، أن ذاك الغاز ، « كان يتمتع بعدة خصائص ^(١) منها خاصة إلغاء الألم ، وأنه قد يُستعمل بشكل نافع في العمليات الجراحية » .
 إلا أن هذه الملاحظة التي ضاعت في خضم ^(٢) المذكرات التي دونها عن أبحاثه الكثيرة ، لم تُلَفِت انتباه أحد . ولذا فقد تأخر ظهور عهد التبنيج عن مواعده ، سحابة نصف قرن ... حتى إن أحد كبار أسياد الجراحة الفرنسيين كان لا يزال يعلن ، سنة ١٨٣٩ :
 « أمّا تجنب الألم في الجراحة ، فسراب ^(٣) لا يجوزُ تَبُّعُه بعدَ اليوم ! » كان ذلك ، والحقُّ يقال ، إدِّعاءً سوداويّاً ؛ ولسوف يكذِّبه ، بعدَ سنوات ، طبيبُ أسنان أميركي ، من « هارتفورد » هو « هوراس ولز » (١٨١٥ - ١٨٤٨) .

كانت المستشفيات ، قديماً ، أماكن يسودها الذعر والألم المبرح ! ما أعظم فضل « هوراس ولز » الذي أراحنا من الألم !

كان أحدُ أصدقاء طبيب الأسنان ، وهو الدكتور « كلتن » ، قد أراد أن يختبر تأثير أول أكسيد الآزوت ، في إثارة الضحك ، (وقد عُرف ، فيما بعد ، أن ذلك التأثير يعود الى بعض الأوساخ العالقة بهذا الغاز) ؛ فجمع هذه المناسبة في مختبره ، عدداً من أصدقائه المقربين ، وفيهم « ولز » . وفيما كان يُسلطُ الغاز على شخصٍ مساعدٍه ، السيد « كولي » ، فقد هذا الوعي ، وسقطَ



بكلِّ ثِقَلِه على الأرض ، فأصيبت ساقاه بجروح مؤلمة . إلا أن السيد « كولي » ، لما استعاد وعيه ، أكدَّ أنه لم يشعر قطُّ بأنه قد جُرح . إذ ذاك لمعت في خاطر « ولز » فكرة ذكية ، فقرَّر في الحال أن تُقتلَع له سنٌّ مريضة ، بعد أن يتنشق شيئاً من الغاز . جرت عملية اقتلاع السن من غير ألم ، فهتف « ولز » ظافراً : « إنَّ عهداً جديداً يفتح اليوم في جراحة الأسنان ! » . والحقيقة ، أن الجراحة بكاملها كانت على عتبة^(٤) انقلابٍ ثوريٍّ : لن تكون قاعاتُ العمليات ، بعد ذلك اليوم ، أماكنَ تعذيبٍ وذعر^(٥) .

في هذه الاثناء ، درس « ولز » خصائص « الأثير الكبريتي » ، الذي كان الطبيب « كروفورد لونغ » قد لاحظ مفعوله التخديري ، في بعض « الحلقات - الأثيرية » التي كان يعقدها البعض للانتشاء^(٦) بأبخرته ... أدرك^(٧) « مورثن » ، تلميذ « ولز » ، أن التبنيج بالأثير يتعدَّى حدودَ اختصاصه ؛ فقام ، في ١٦ تشرين الأول ١٨٤٦ ، في « بوسطن » ، بالتبنيج الأول بواسطة هذا الغاز ، وذلك في أثناء عملية جراحية هامة .

في السنة التالية ، وفي مدينة « إيدنبورغ » ، لجأ « سيمبسن » بنجاح الى « الكلوروفورم » ،

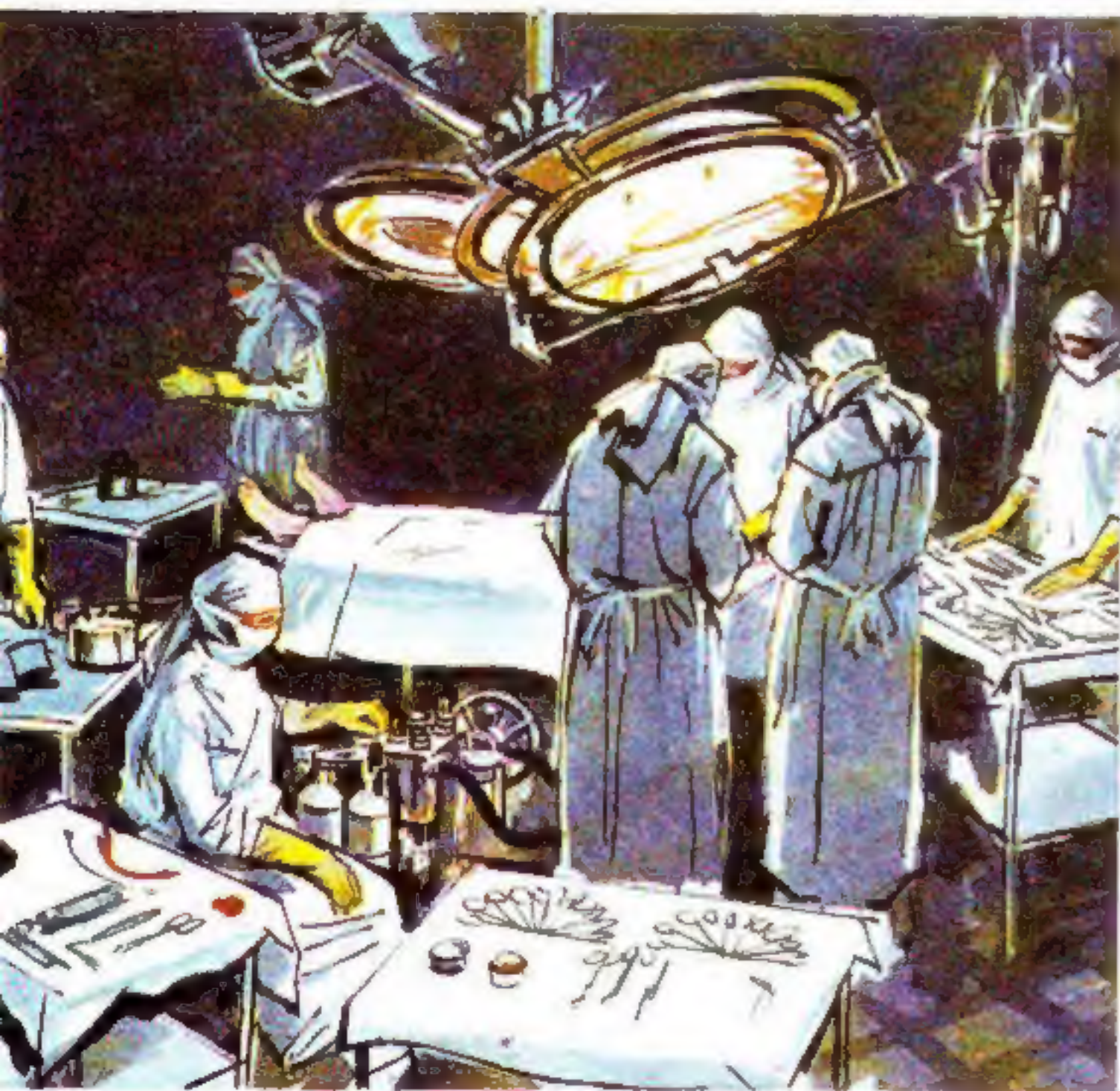
في مكتب الدكتور « كلتن » ، سيكشف سقوط السيد « كولي » « لولز » نتائج أول أكسيد الآزوت المخدرة ، فيما لم يكن الماضي قد كشف غير نتائجه المضحكة .



نتائج « حلقة انتشاء أثيرية » ...



الملكة فكتوريا ، أول امرأة ولدت بلا ألم .



قاعة عمليات حديثة ، وقد هيئت فيها أجهزة التبخير .

الذي استُعمل ، عام ١٨٥٢ ، لصالح الملكة فكتوريا . فكان ذلك الحدث تاريخياً ، وعُرفت طريقة التبخير بالكلوروفورم ، « بالتبخير على الطريقة الملكية ! »

ابتداءً من سنة ١٨٨٥ ، عمّم الطبيب الجراح « بول ريكلو » ، شقيق العالم الجغرافي الشهير ، « إليزيه ريكلو » ، استعمال الكوكايين للتبخير الموضعي . وفيما كانت تقنيات الاستعمال تتحسن وتتطور ،

ظهرت مستحضرات^(٨) تخديرية أخرى ،
منها كلورور الأثيل ، والأسكوبولامين ،
والبروكاين ، والسيكلوبروبان ، والبريتوريك الخ..

وهكذا توفرت للطبيب مجموعة كاملة

من مستحضرات التبيج التي تُعطى بطرق
مختلفة (بالاستنشاق ، أو عن طريق باب
البدن ، أو عن طريق الأوردة) ، مما
حمل الطب على فتح باب لإختصاص
جديد هو : علم التبيج والتخدير .

التفسير

- ١- خصائص : جمع خاصة : صفة معينة ، مميزة .
- ٢- خضم المذكرات : بحر المذكرات ، المذكرات الكثيرة .
- ٣- تراب : وهم .
- ٤- عتبة انقلاب : مطلع عهد جديد .
- ٥- دعر : خوف شديد .
- ٦- الإنتشاء : السكر .
- ٧- أدرك : فهم .
- ٨- مستحضرات : مواد ، مصنوعات .

الاسئلة

- ١- ماذا لاحظ « ديفي » من خصائص أول أكسيد الآزوت ؟
- ٢- لماذا لم يستفد الطب من ملاحظة « ديفي » ؟
- ٣- من اكتشف ظاهرة التبيج للمرة الأولى ؟
- ٤- إرو الحادثة التي كشفت عن مفعول أول أكسيد الآزوت التبيجي .
- ٥- ماذا اكتشف « ولز » من خصائص « الأثير الكبريتي » ؟
- ٦- ما هو أشهر غازات التبيج ؟ ومن اشتهر بالإفادة منه ؟
- ٧- أذكر بعض مستحضرات التبيج والتخدير الأخرى .

ولادة حضارة

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرقات • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحكم
- ٥ - من النظارتين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحمينا من الأرض • الصابون والظفان للأناسة

النقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المائية والطعنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين • في طقم الفرس • خداس للمرهقين
- ٨ - "دولاب بسكال" هذه الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إهدات الفراغ
- ٩ - التحكم على مسارة من هواء • المحرر في سيطرته على المتأهلي الصفر • ميزان الضغط

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من الركب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "الصحافة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عمرة كونيوس "البخارية إلى ستاراتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • "ساري" "فرنكلين" • من المنظار إلى البالونات الفضائية
- ١٣ - تلفراف "شاب" • من النسيج البدائي إلى نول الحياكة • الدبابة الأولى وذريتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عيادات الشقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "السينسكوب" • علم المحفزات التي تقود بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفراف الكهربائي يخترع ريتام ... • آلة الحياطة • عرصة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتغير يجهز ملايين السيارات • التبيج المخدر

العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للستاد والضراء • حفراً بار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البزد • الدينامو مولد التيار • المحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البزد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر المديري في البناء • انبوب أشعة أكس يغير الكثافة
- ٢٣ - من الفلاسكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطرايط تخفق بالآمال الرحبة
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قذامة • الاتصالات البعيدة التي تنتقل على موجات الأثير • البليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السريعة على الشاشة الصغيرة

من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشافات الجزيئات الدقيقة • الرفعية الذرية • المحرر الإلكتروني عين قارة على روية الغيوم
- ٢٧ - الرادار الساحر • من الأبين القديم إلى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تهرج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ،
والمناطيد والغواصات الأولى ، وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية
بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :
من القاطرة والسكة الحديدية الشقاب ، ومن التلفراف إلى التصوير
الشمسي ، ومن الدبابة إلى التربية ...

تأليف : ف. لوت
رسم : ب. برويست
ترجمة واعداد : سهيل سمّاحة